

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-044036

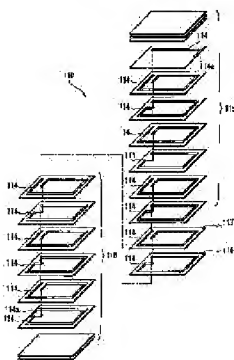
(43) Date of publication of application : 16.02.2001

(51) Int. Cl. H01F 17/00

(21)Application number : 11-219590 (71)Applicant : TAIYO YUDEN CO LTD

(22)Date of filing : 03.08.1999 (72)Inventor : MAKI HIDEYA
TOMARU MASANORI
HOSHI KENICHI

(54) LAMINATED INDUCTOR



(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated inductor having an arbitrary DC-current superimposition characteristic.

SOLUTION: In a laminate 110 of this laminated inductor, a first layer of first ferrite sheets 115 having a high permeability, a second layer of second ferrite sheets 116 having permeability lower than that of the first ferrite sheets 115, and a non magnetic third sheet 117 interposed between the first and second layers are laminated integrally with each other. As a result, the inductance elements present respectively in the first and second layer which comprise respectively the first and second ferrite sheets 115, 116 respectively generate their magnetic saturation by different superimposed DC currents from each other to give resultingly an laminated inductor having an arbitrary DC-current superimposition characteristic.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2001

[Date of sending the examiner's
decision of rejection]

[Kind of final disposal of
application other than the
examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for
application]

[Patent number] 3621300

[Date of registration] 26.11.2004

[Number of appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the laminating inductor equipped with the layered product which comes to carry out the laminating of the conductor which forms a coil, and the insulator said conductor It connects mutually so that the coil which makes the direction of a laminating of an insulator shaft orientations may be formed. Said layered product It comes to carry out the laminating of two or more 1st insulators which consist of the magnetic substance of high permeability, and 2nd at least one or more insulators which are arranged at the inner layer of a layered product and consist of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability. Said 2nd insulator is a laminating inductor characterized by being arranged in a layered product so that magnetic saturation may

be produced according to the superposition direct current of the magnitude from which the inductor component in each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator differs.

[Claim 2] The 1st insulator in the field of 1 divided by said 2nd insulator is a laminating inductor according to claim 1 which carries out the description of having the permeability of a different value from the permeability of the 1st insulator in other fields.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a laminating inductor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional laminating inductor applies to a predetermined pattern the conductive paste for internal electrodes which uses Ag etc. as a principal component at the magnetic-substance sheet which consists of a ferrite ingredient of for example, a nickel-Zn-Cu system etc., and has structure which carried out the laminating of this magnetic-substance sheet. Here, the internal electrode formed in each magnetic-substance sheet is mutually connected between the layers which adjoin each other through a beer hall. This forms the coil in a layered product. Moreover, the external electrode linked to an internal electrode is formed in the both ends of a layered product.

[0003] The conventional laminating inductor has the direct-current superposition property as shown in drawing 7. Drawing 7 is a graph which shows the direct-current superposition property of the conventional laminating inductor, and a superposition direct current is

taken along an axis of abscissa, and it has taken the inductance along the axis of ordinate. Although the conventional laminating inductor has the inductance value which falls almost uniformly [a certain current value] or gently when the direct-current superposition property is enlarged gradually, magnetic saturation arises inside, an inductance value falls to it rapidly, and it stops achieving function sufficient as an inductor thereby after that, as the graph of drawing 7 shows.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, a laminating inductor which has the direct-current superposition property of arbitration unlike the conventional laminating inductor is desired in recent years. For example, as for the inductor used for the switching power supply circuit of the small device which has power-saving mode as a choke coil, the following properties are searched for. Namely, since an operating frequency will fall although the load current value to a laminating inductor becomes small if the device concerned operates in power-saving mode, as compared with the time of the normal mode, one dozens times [several to] the big inductance value of this is needed. However, in the usable current range, since the conventional laminating inductor had the inductance value which falls almost uniformly or gently, it was unsuitable for such an application.

[0005] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and the place made into the purpose is to offer the laminating inductor which has the direct-current superposition property of arbitration.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention of claim 1 In the laminating inductor equipped with the layered product which comes to carry out the laminating of the conductor which forms a coil, and the insulator said conductor It connects mutually so that the coil which makes the direction of a laminating of an insulator shaft orientations may be formed. Said layered product It comes to carry out the laminating of two or more 1st insulators which consist of the magnetic substance of high permeability, and 2nd at least one or more insulators which are arranged at the inner layer of a layered product and consist of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability. What is characterized by arranging said 2nd insulator in a layered product so that magnetic saturation may be produced according to the superposition direct current of the magnitude from which the inductor component in each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator differs is proposed.

[0007] Since or more at least one laminating of the 2nd insulator which consists of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability is carried out to the inner layer of a layered product according to this invention, in a layered product, a closed magnetic circuit is formed in the field divided into said 2nd insulator, respectively. That is, at the conventional laminating inductor, although one big closed magnetic circuit was formed within [whole] the layered product, since association of magnetic flux is lost between said each division field or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor concerning this invention, a small closed magnetic circuit is formed in each field, respectively.

[0008] Since magnetic saturation is produced with the superposition direct-current value from which the inductance component in each field differs here, if the superposition direct current passed to a laminating inductor is enlarged gradually, the inductance value falls gradually. Therefore, the laminating inductor which has the direct-current superposition property of arbitration can be easily obtained by adjusting suitably the presentation of the number of partitions by the 2nd insulator, the permeability of the 1st insulator in the field divided by the 2nd insulator, etc., number of sheets, thickness, the number of winding of a coil, etc.

[0009] As an example of the suitable mode of this invention, the 1st insulator in the field of 1 divided by said 2nd insulator proposes what carries out the description of having the permeability of a different value from the permeability of the 1st insulator in other fields in a laminating inductor according to claim 1 by invention of claim 2.

[0010] According to this invention, the magnetic field strength to which the permeability of the 1st insulator generates them to each field since each fields divided by the 2nd insulator differ mutually differs mutually. Thereby, magnetic saturation is produced in the superposition direct-current value from which the inductance component in each field differs.

[0011]

[Embodiment of the Invention] (Gestalt of the 1st operation) The laminating inductor concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained with reference to drawing 1 - drawing 3 R> 3. The appearance perspective view of the laminating inductor which drawing 1 requires for the gestalt of the 1st operation, the direction sectional view of an A-A' line view in drawing 1 of the laminating inductor which drawing 2 requires for the gestalt of the 1st operation, and drawing 3 are the decomposition perspective views of the layered product

concerning the gestalt of the 1st operation. In addition, drawing 2 differs in the number of winding of the expedient upper coil of explanation etc. from drawing 3 .

[0012] The laminating inductor 100 has the layered product 110 of the abbreviation rectangular parallelepiped configuration which consists of a magnetic or nonmagnetic insulating material, and the external electrode 120 of the pair formed in the longitudinal direction both ends of a layered product 110, as shown in drawing 1 .

[0013] The layered product 110 has structure which carried out the laminating of the 1st a little more than magnetic layer 111 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has high permeability, the ferromagnetic layer 112 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has permeability smaller than said 1st a little more than magnetic layer 111, and the nonmagnetic (permeability $\mu = 1$) non-magnetic-material layer 113 which consists of a ferrite ingredient of a Zn-Cu system, as shown in drawing 2 . The non-magnetic-material layer 113 is formed in the inner layer of a layered product 110.

[0014] Here, as for the permeability of the 2nd a little more than magnetic layer 112, it is desirable that it is $1/2$ or less [of the permeability of the permeability of the 1st a little more than magnetic layer]. When the number of winding is the same, it is because a twice [more than] as many superposition direct-current value as this is acquired.

[0015] Moreover, as for the 1st a little more than magnetic layer 111 and the 2nd a little more than magnetic layer 112, what has a respectively small coefficient-of-linear-expansion difference with the non-magnetic-material layer 113 is desirable. It is because a crack and curvature may arise in a layered product 110 at the time of mounting of a laminating inductor etc. if both coefficient-of-linear-expansion difference is large. Specifically, it is desirable that a coefficient-of-linear-expansion difference is less than [$2 \times 10^{-7} / \text{degree C}$].

[0016] Furthermore, although, as for each class, a level difference is formed in the side face of a layered product 110 between layers since presentations differ mutually, as for this level difference, it is desirable that it is 30 micrometers or less. It is because the yield at the time of external electrode 120 formation may get worse.

[0017] Furthermore, about 5-100 micrometers is desirable still more desirable, and the thickness of the non-magnetic-material layer 113 is about 10-50micro. It is because it is not suitable for a miniaturization if larger [if it is less than 5 micrometers, it is not desirable at the

point which association becomes unstable and dispersion produces in electrical characteristics, and] than 100 micrometers. In addition, the thickness of the direction of a laminating of the laminating inductor of the gestalt of this operation is about 1.2mm.

[0018] Moreover, as shown in drawing 2 , the internal electrode 114 which is the conductor which forms a coil is laid under the layered product 110. The formation direction of magnetic flux [in / in the coil which an internal electrode 114 forms / the interior of the shaft orientations of a coil, i.e., a coil,] is the direction of a laminating of a layered product 110 (the vertical direction of the space in drawing 2). The end side of the coil which an internal electrode 114 forms is pulled out by one end face of a layered product 110, and the other end side is pulled out by the other-end side of a layered product 110. The internal electrode 114 currently pulled out by the end face of a layered product 110 is connected to said external electrode 120. An internal electrode 114 and the external electrode 120 consist of a metallic material which uses Ag or Ag as a principal component, respectively.

[0019] The still more detailed structure of a layered product 110 is explained with reference to drawing 3 . A layered product 110 has the structure which carried out the laminating of the ferrite sheet which has two or more insulation, as shown in drawing 3 . That is, the layered product 110 is carrying out the laminating of the 1st ferrite sheet 115 of a large number which have high permeability, many 2nd ferrite sheets 116 with permeability lower than the 1st ferrite sheet 115, and the nonmagnetic 3rd ferrite sheet 117 of several sheets (drawing one sheet) to one. Said 1st a little more than magnetic layer 111 is formed with this 1st ferrite sheet 115, said 2nd a little more than magnetic layer 112 is formed with the 2nd ferrite sheet 116, and said non-magnetic-material layer 113 is formed with the 3rd ferrite sheet 117.

[0020] The internal electrode 114 of a predetermined pattern is formed in the 1st ferrite sheet 115 and the 2nd ferrite sheet 116 except for several [by the side of the outer layer of a layered product 110] (drawing 3 by the side of the upper layer, and 2 by the side of a lower layer). Moreover, the internal electrode 114 is formed also in the 3rd ferrite sheet 117. The edge of the internal electrode 114 formed in each sheet is connected with the internal electrode 114 of the sheet which adjoins each other through a beer hall (illustration abbreviation) so that one coil may be formed by the layered product 110 whole. Moreover, the cut water of a coil or the edge of an internal electrode 114 which is rolled and carries out considerable to an end is connected with drawer section 114a formed in the edge of a sheet.

[0021] The 3rd ferrite sheet 117 is arranged at the inner layer of a layered product 110. Specifically, the 3rd ferrite sheet 117 is arranged between the 1st ferrite sheet 115 of two or more sheets, and the 2nd ferrite sheet 116 of two or more sheets. This is suppressing association of the field between the 1st a little more than magnetic layer 111 which the 1st ferrite sheet 115 forms, and the 2nd a little more than magnetic layer 112 which the 2nd ferrite sheet 116 forms. Consequently, as shown in the continuous-line arrow head of drawing, the field of reinforcement different, respectively is formed by the 1st a little more than magnetic layer 111 and the 2nd a little more than magnetic layer 112. Therefore, in each field of the layered product 110 divided in the direction of a laminating with the 3rd ferrite sheet 117, magnetic saturation is produced in said 1st a little more than magnetic layer 111 and the 2nd a little more than magnetic layer 112 according to the superposition direct current of the magnitude from which the inductor component in this field differs.

[0022] Next, the manufacture approach of this laminating inductor 100 is explained. In addition, the case where many laminating inductors 100 are manufactured collectively here is explained.

[0023] First, the 1st ferrite sheet, the 2nd ferrite sheet, and the 3rd ferrite sheet are created. Ethyl cellulose and a terpeneol are specifically added to the ferrite impalpable powder after temporary-quenching grinding which consists of FeO_2 , CuO , ZnO , and NiO , this is kneaded, and a ferrite paste is obtained. This ferrite paste is sheet-ized using a doctor blade method etc., and the 1st ferrite sheet is obtained. By changing and using a mixing ratio about said 1st ferrite sheet and this ingredient, the 2nd ferrite sheet is created so that permeability may become low rather than the 1st ferrite sheet. The creation approach of the 2nd ferrite sheet is the same as that of the 1st ferrite sheet. Furthermore, the nonmagnetic 3rd ferrite sheet is similarly created by using as a raw material ferrite impalpable powder which makes FeO_2 , CuO , and ZnO the charge of a principal member.

[0024] Next, a beer hall is formed in these [1st] - the 3rd ferrite sheet using means by metal mold, such as punching and laser beam machining. Subsequently, a conductive paste is printed by the predetermined pattern on the 1st - the 3rd ferrite sheet. Here, as a conductive paste, the metal paste which used Ag as the principal component, for example is used.

[0025] next, these [1st] - the 3rd ferrite sheet -- the conductor between sheets -- laminating sticking by pressure is carried out and a sheet layered product is obtained so that a sex paste may be connected

mutually in a beer hall. Here, as mentioned above with reference to drawing 3 , the laminating of the 1st - the 3rd ferrite sheet is carried out in predetermined sequence.

[0026] Next, a sheet layered product is cut so that it may become a unit dimension, and a layered product 110 is obtained. Subsequently, this cut layered product is heated at about 500 degrees C in air for 1 hour, and a binder component is removed. Furthermore, this layered product is calcinated at about 800-900 degrees C in air for 2 hours.

[0027] Subsequently, a dip method etc. is used for the both ends of this layered product 110, and a conductive paste is applied. The external electrode 120 is formed by furthermore calcinating a layered product 110 at about 600 degrees C in air for 1 hour. Here, as a conductive paste, the thing for internal electrode formation and the thing of the same presentation were used. Finally, plating processing is performed to the external electrode 120, and the laminating inductor 100 is obtained.

[0028] In such a laminating inductor 100, the non-magnetic-material layer 113 formed in the inner layer of a layered product 110 with the 3rd ferrite sheet 117 is formed. Thereby, in a layered product 110, a closed magnetic circuit is formed in the 1st a little more than magnetic layer 111 and the 2nd a little more than magnetic layer 112 which are the field divided by this non-magnetic-material layer 113, respectively. That is, at the conventional laminating inductor 100, although one big field was formed within [whole] the layered product, since association of magnetic flux is lost between the 1st a little more than magnetic layer 111 and the 2nd a little more than magnetic layer 112 or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor 100 concerning this invention, the field of reinforcement which is different in each field, respectively is formed. By this, the inductance component in each field will have a different direct-current superposition property.

[0029] The direct-current superposition property of the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation is explained with reference to the graph of drawing 4 . Drawing 4 is a graph which shows the direct-current superposition property of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation, and a superposition direct current is taken along an axis of abscissa, and it has taken the inductance along the axis of ordinate. Moreover, in drawing 4 , a continuous line is the direct-current superposition property of the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation, a dotted line is the direct-current superposition property of the inductance component in the 1st a little more than magnetic layer 111, and an alternate long and short dash line is the direct-current

superposition property of the inductance component in the 2nd a little more than magnetic layer 112.

[0030] In the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation, it has the high inductance value in the range where a superposition direct current is small enough so that drawing 4 may show. This inductance value is the sum of the value of the inductance component in the 1st a little more than magnetic layer 111, and the value of the inductance component in the 2nd a little more than magnetic layer 112. If a superposition direct current is enlarged gradually, the inductance component in the 1st a little more than magnetic layer 111 will start magnetic saturation, and an inductance value will fall rapidly. However, since the inductance component in the 2nd a little more than magnetic layer 112 has not started magnetic saturation, the inductance value of the laminating inductor 100 mainly turns into a value of the inductance component in the 2nd a little more than magnetic layer 112. If a superposition direct current is furthermore enlarged, the inductance component in the 2nd a little more than magnetic layer 112 will also start magnetic saturation, and the inductance value of the laminating inductor 100 will fall rapidly.

[0031] Thus, the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation has a different direct-current superposition property from the conventional laminating inductor. That is, according to the magnitude of a superposition direct current, it has two inductance values. When a superposition direct current is small, an inductance value is large, and when a superposition direct current is large, specifically, it has the property that an inductance value becomes small. It becomes a suitable thing for an application like the choke coil in the switching power supply circuit of the small device which has power-saving mode which follows, for example, was mentioned above. In addition, since the magnetic field strength in each field divided by the non-magnetic-material layer 113 becomes small as compared with a former thing, the inductance value of the laminating inductor 100 becomes a small thing. However, while having a desired inductance by adjusting the number of partitions of a layered product, the formation pattern of an internal electrode, etc., the laminating inductor which has the direct-current superposition property of arbitration to a need current value can be obtained.

[0032] (Gestalt of the 2nd operation) The gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained with reference to drawing 5 and drawing 6. The sectional view of the laminating inductor which drawing 5 requires for the gestalt of the 2nd operation, and drawing 6 R> 6 are

the decomposition perspective views of the layered product concerning the gestalt of the 2nd operation. In addition, drawing 5 differs in the number of winding of the expedient upper coil of explanation etc. from drawing 6 .

[0033] The point which is different from the laminating inductor 100 concerning the gestalt of the 1st operation has the laminating inductor 200 concerning the gestalt of this operation in the laminated structure of a layered product 210. Since it is the same as that of the gestalt of the 1st operation about other configurations, only difference is explained here.

[0034] The layered product 210 of this laminating inductor 200 has structure which carried out the laminating of the 1st a little more than magnetic layer 211 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has high permeability, the ferromagnetic layer 212 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has permeability smaller than said 1st a little more than magnetic layer 211, and the nonmagnetic (permeability $\mu = 1$) non-magnetic-material layer 213 which consists of a ferrite ingredient of a Zn-Cu system, as shown in drawing 5 . The point which is different from the gestalt of the 1st operation here has the non-magnetic-material layer 213 in the point currently formed also in the outer layer side while it is formed in the inner layer of a layered product 210.

[0035] That is, the layered product 210 has structure which carried out the laminating of the 1st ferrite sheet 215 which has high permeability, the 2nd ferrite sheet 216 with permeability lower than the 1st ferrite sheet 215, and the nonmagnetic 3rd ferrite sheet 217 to one, as shown in drawing 6 . By this, the 1st ferrite sheet 215 forms said 1st a little more than magnetic layer 211, the 2nd ferrite sheet 216 forms the 2nd a little more than magnetic layer 212, and the 3rd ferrite sheet 217 forms the non-magnetic-material layer 213. Here, several sheets (drawing 3 by the side of the upper layer and 2 by the side of a lower layer) of the outside of a layered product 210 are the 3rd ferrite sheets 217 of low permeability.

[0036] Since such a laminating inductor 200 has the non-magnetic-material layer 213 formed with the 3rd ferrite sheet 217 in the outer layer of a layered product 210, the magnetic flux produced in the 1st a little more than magnetic layer 211 and the 2nd a little more than magnetic layer 212 leakage-comes to be hard of an inductor on the outside of the laminating inductor 100. The laminating inductor 210 which certainly has the direct-current superposition property of arbitration by this can be obtained. About the manufacture approach, it

is the same as that of the gestalt of the 1st operation in other operations and an effectiveness list.

[0037] Yes [that / by which this invention is limited to this although the non-ferromagnetic layer formed in the inner layer of a layered product was made in addition into the nonmagnetic ($\mu=1$) thing with the gestalt of the 1st and the 2nd operation / be / it]. That is, the magnetic substance with low permeability may constitute in extent which suppresses association of the magnetic flux between ferromagnetic layers. For example, the magnetic substance of low permeability which consists of a ferromagnetic layer and an affiliated ferrite ingredient may be used. In this case, as for the magnetic substance of low permeability, it is desirable to have $1/3$ or less permeability of a ferromagnetic layer with the lowest permeability. It is because the difference of magnetic field strength will become 10 or more times when the number of winding becomes a twice [more than] as many difference as this if permeability is $1/3$ or less, so association with other fields can be suppressed here.

[0038] Furthermore, with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, although one non-ferromagnetic layer was formed in the inner layer of a layered product (i.e., although the ferromagnetic field in a layered product was divided into two by carrying out the laminating of the 3rd ferrite sheet of one sheet to a inner layer), this invention is not limited to this. That is, as long as it forms and puts two or more non-ferromagnetic layers in another way to the inner layer of a layered product, the ferromagnetic field in a layered product may be divided or more into three by carrying out the laminating of the 3rd ferrite sheet of two or more sheets to a inner layer. In this case, the laminating inductor of the direct-current superposition property used as a still more complicated characteristic curve can be obtained.

[0039] With the gestalt of the 1st and the 2nd operation, furthermore, the 1st a little more than magnetic layer and the 2nd a little more than magnetic layer which were divided by the non-magnetic-material layer Although it was made to produce magnetic saturation in the superposition direct current from which the inductance component in said both magnetic layers differs by differing both permeability while the 1st ferrite sheet and the 2nd ferrite sheet of the respectively same number of sheets constituted This invention is not limited to this. That is, you may make it produce magnetic saturation in the superposition direct current from which the inductance component in each field divided by the non-magnetic-material layer differs by [which are different in the 1st and 2nd ferrite sheet with the same permeability, respectively]

carrying out a number-of-sheets laminating. Furthermore, you may make it produce magnetic saturation in the superposition direct current from which the inductance component in each field differs by using the magnetic substance with which hysteresis TERISU curves differ, or adjusting the number of winding of a coil.

[0040] Furthermore, although the gestalt of the 1st and the 2nd operation showed what has one coil as an example of a laminating inductor, this invention is not limited to this. For example, you may be the laminating inductor array which has two or more coils, a laminating transformer, a laminating common mode choke coil, etc. Furthermore, you may be laminating LC composite part, a laminating filter, etc. which have other components other than an inductor (for example, capacitor) in a layered product.

[0041] Furthermore, with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, although the layered product was formed with the sheet laminated layers method, you may form by print processes.

[0042] Furthermore, although the choke coil in a power circuit was illustrated as a useful application of a laminating inductor with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, this invention is not limited to this. Even if it is other electronic circuitries (for example, circuit of a signal system), the laminating inductor concerning this invention is useful.

[0043]

[Effect of the Invention] Since or more at least one laminating of the 2nd insulator which consists of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability is carried out to the inner layer of a layered product according to this invention as explained in full detail above, in a layered product, a closed magnetic circuit is formed in the field divided into said 2nd insulator, respectively. That is, at the conventional laminating inductor, although one big closed magnetic circuit was formed within [whole] the layered product, since association of magnetic flux is lost between said each division field or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor concerning this invention, a small closed magnetic circuit is formed in each field, respectively.

[0044] Since magnetic saturation is produced with the superposition direct-current value from which the inductance component in each field differs here, if the superposition direct current passed to a laminating inductor is enlarged gradually, the inductance value falls gradually. Therefore, the laminating inductor which has the direct-current superposition property of arbitration can be easily obtained by

adjusting suitably the presentation of the number of partitions by the 2nd insulator, the permeability of the 1st insulator in the field divided by the 2nd insulator, etc., number of sheets, thickness, the number of winding of a coil, etc.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The appearance perspective view of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 2] The direction sectional view of an A-A' line view in drawing 1 of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 3] The decomposition perspective view of the layered product concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 4] The graph which shows the direct-current superposition property of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 5] The sectional view of the laminating inductor concerning the gestalt of the 2nd operation

[Drawing 6] The decomposition perspective view of the layered product concerning the gestalt of the 2nd operation

[Drawing 7] The graph which shows the direct-current superposition property of the conventional laminating inductor

[Description of Notations]

100,200 [-- The 2nd a little more than magnetic layer, 113,213 / -- A non-magnetic-material layer, 114,214 / -- An internal electrode, 115,215 / -- The 1st ferrite sheet, 116,216 / -- The 2nd ferrite sheet, 117,217 / -- The 3rd ferrite sheet, 120,220 / -- External electrode] -- A

laminating inductor, 110,210 -- A layered product, 111,211 -- The 1st a little more than magnetic layer, 112,212

[Translation done.]

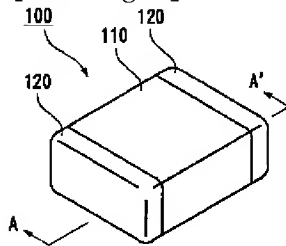
* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

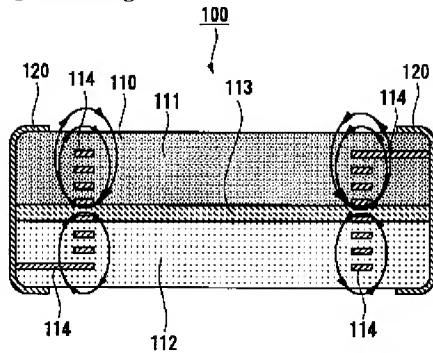
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

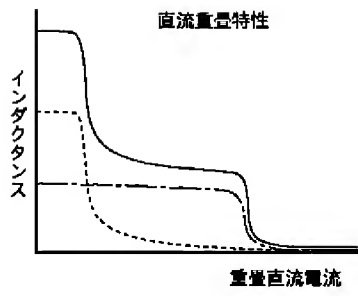
[Drawing 1]



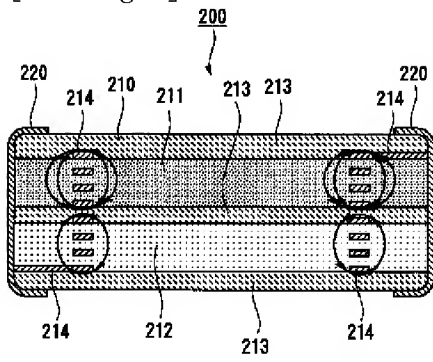
[Drawing 2]



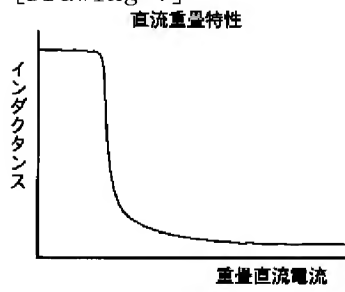
[Drawing 4]



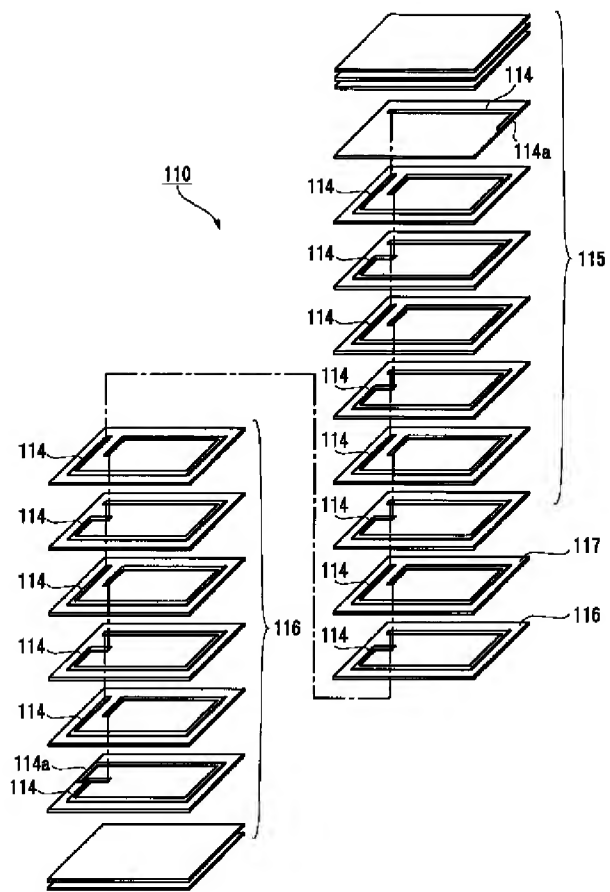
[Drawing 5]



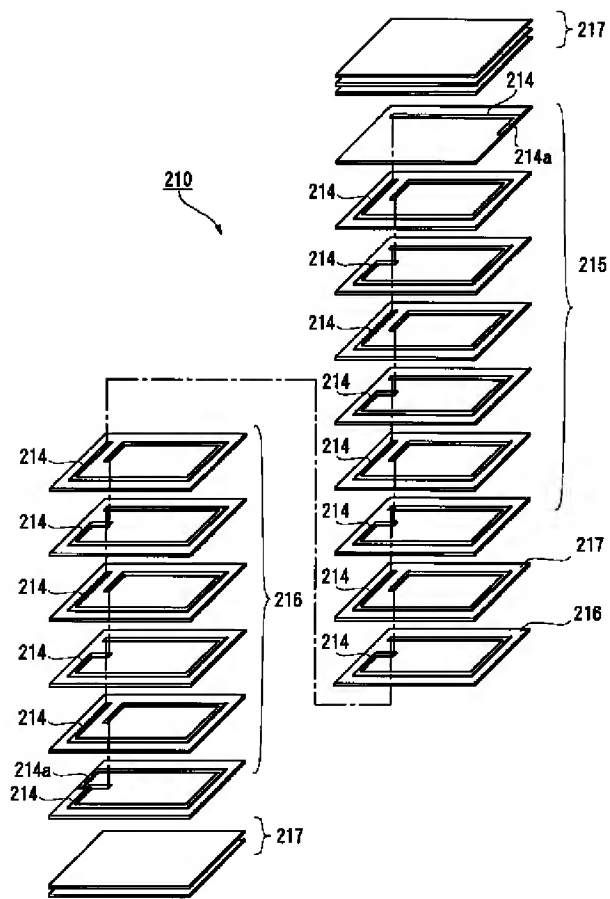
[Drawing 7]



[Drawing 3]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本國特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-44036
(P2001-44036A)

(43)公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(51)Int.Cl.⁷
H 0 1 F 17/00

識別記号

F I
H 0 1 F 17/00

データ* (参考)
D 5 E 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-219590

(22)出願日 平成11年8月3日(1999.8.3)

(71)出願人 000204284

太陽誘電株式会社
東京都台東区上野6丁目16番20号

(72) 発明者 牧 秀哉

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(72) 發明者 渡丸 昌典

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(74) 代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝 (外1名)

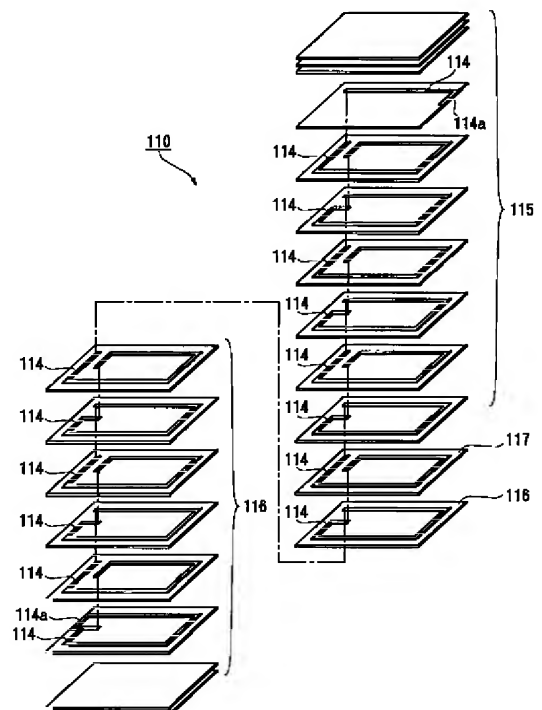
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 積層インダクタ

(57) 【要約】

【課題】 任意の直流重畳特性を有する積層インダクタを提供する。

【解決手段】 積層体110は、強透磁率の第1フェライトシート115と、該シート115より低い透磁率の第2フェライトシート116と、第1フェライトシート115と第2フェライトシート116の間に配置した非磁性の第3フェライトシート117とを一体に積層してなる。これにより、第1フェライトシート115からなる第1強磁性体層におけるインダクタンス素子と、第2フェライトシート116からなる第2強磁性体層におけるインダクタンス素子が、異なる大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じさせるので、任意の直流重畳特性を有する積層インダクタが得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルを形成する導体と絶縁体とを積層してなる積層体を備えた積層インダクタにおいて、前記導体は、絶縁体の積層方向を軸方向とするコイルが形成されるように相互に接続され、前記積層体は、高透磁率の磁性体からなる複数の第1絶縁体と、積層体の内層に配置され低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる少なくとも1つ以上の第2絶縁体とを積層してなり、前記第2絶縁体は、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域におけるインダクタ素子が異なる大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるように積層体内に配置されていることを特徴とする積層インダクタ。

【請求項2】 前記第2絶縁体により分割された一の領域における第1絶縁体は、他の領域における第1絶縁体の透磁率と異なる値の透磁率を有することを特徴する請求項1記載の積層インダクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層インダクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の積層インダクタは、例えばNi-Zn-Cu系のフェライト材料などからなる磁性体シートに、Ag等を主成分とする内部電極用の導電性ペーストを所定パターンに塗布し、この磁性体シートを積層した構造となっている。ここで、各磁性体シートに形成された内部電極は、ビアホールを介して隣り合う層間で相互に接続している。これにより、積層体内にコイルを形成している。また、積層体の両端部には、内部電極に接続する外部電極が形成されている。

【0003】従来の積層インダクタは、図7に示すような直流重畳特性を有している。図7は、従来の積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフであり、横軸に重畳直流電流、縦軸にインダクタンスをとっている。図7のグラフが示すように、従来の積層インダクタは、直流重畳特性を徐々に大きくしていくと、ある電流値まではほぼ一定又は緩やかに低下するインダクタンス値を有するが、その後は内部に磁気飽和が生じて急激にインダクタンス値が低下し、これによりインダクタとして十分な機能を果たさなくなる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、従来の積層インダクタとは異なり任意の直流重畳特性を有する積層インダクタが望まれている。例えば、省電力モードを有する小型機器のスイッチング電源回路にチョークコイルとして使用されるインダクタは、次のような特性が求められる。すなわち、当該機器が省電力モードで動作すると積層インダクタへの負荷電流値は小さくなるものの使用周波数が下がるので、通常モード時と比較して

数倍から数十倍の大きなインダクタンス値を必要とする。しかしながら、従来の積層インダクタは、使用可能な電流範囲ではほぼ一定又は緩やかに低下するインダクタンス値を有するため、このような用途には不向きであった。

【0005】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、任意の直流重畳特性を有する積層インダクタを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明では、コイルを形成する導体と絶縁体とを積層してなる積層体を備えた積層インダクタにおいて、前記導体は、絶縁体の積層方向を軸方向とするコイルが形成されるように相互に接続され、前記積層体は、高透磁率の磁性体からなる複数の第1絶縁体と、積層体の内層に配置され低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる少なくとも1つ以上の第2絶縁体とを積層してなり、前記第2絶縁体は、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域におけるインダクタ素子が異なる大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるように積層体内に配置されていることを特徴とするものを提案する。

【0007】本発明によれば、積層体の内層には低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる第2絶縁体が少なくとも1つ以上積層されているので、積層体内には、前記第2絶縁体に分割された領域においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタでは、積層体内全体で1つの大きな閉磁路が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタでは、前記各分割領域間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において小さな閉磁路が形成される。

【0008】ここで、各領域におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流値により磁気飽和を生じさせるので、積層インダクタに流す重畳直流電流を徐々に大きくしていくと、段階的にインダクタンス値が低下していく。従って、第2絶縁体による分割数や、第2絶縁体により分割された領域における第1絶縁体の透磁率等の組成、枚数、厚さ、コイルの巻回数などを適宜調整することで、任意の直流重畳特性を有する積層インダクタを容易に得ることができる。

【0009】本発明の好適な態様の一例として、請求項2の発明では、請求項1記載の積層インダクタにおいて、前記第2絶縁体により分割された一の領域における第1絶縁体は、他の領域における第1絶縁体の透磁率と異なる値の透磁率を有することを特徴するものを提案する。

【0010】本発明によれば、第2絶縁体により分割された各領域は、第1絶縁体の透磁率が互いに異なっているので、各領域に発生する磁界強度が互いに異なるものとなる。これにより、各領域におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流値で磁気飽和を生じさせる。

【0011】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)本発明の第1の実施の形態に係る積層インダクタについて図1～図3を参照して説明する。図1は第1の実施の形態に係る積層インダクタの外観斜視図、図2は第1の実施の形態に係る積層インダクタの図1におけるA-A'線矢視方向断面図、図3は第1の実施の形態に係る積層体の分解斜視図である。なお、図2と図3とでは、説明の便宜上コイルの巻回数等が異なっている。

【0012】積層インダクタ100は、図1に示すように、磁性又は非磁性の絶縁材料からなる略直方体形状の積層体110と、積層体110の長手方向両端部に形成された一対の外部電極120とを有している。

【0013】積層体110は、図2に示すように、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり高透磁率を有する第1強磁性体層111と、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり前記第1強磁性体層111よりも小さい透磁率を有する強磁性体層112と、Zn-Cu系のフェライト材料からなる非磁性(透磁率 $\mu=1$)の非磁性体層113とを積層した構造となっている。非磁性体層113は、積層体110の内層に形成されている。

【0014】ここで、第2強磁性体層112の透磁率は、第1強磁性体層の透磁率の $1/2$ 以下であることが好ましい。巻回数が同じ場合、2倍以上の重畳直流電流値が得られるからである。

【0015】また、第1強磁性体層111、第2強磁性体層112は、それぞれ非磁性体層113との線膨張係数差が小さいものが好ましい。両者の線膨張係数差が大きいと、積層インダクタの実装時などに積層体110にクラックや反りが生じる場合があるからである。具体的には、線膨張係数差が $2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましい。

【0016】さらに、各層は互いに組成が異なるため積層体110の側面には層間に段差が形成されるが、該段差は $30\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。外部電極120形成時の歩留まりが悪化する場合があるからである。

【0017】さらに、非磁性体層113の層厚は、 $5 \sim 100\mu\text{m}$ 程度が好ましく、さらに好ましくは $10 \sim 50\mu\text{m}$ 程度である。 $5\mu\text{m}$ 未満だと結合が不安定となり電気的特性にばらつきが生じる点で好ましくなく、また、 $100\mu\text{m}$ より大きいと小型化に適さないからである。なお、本実施の形態の積層インダクタは、積層方向の厚みが約 1.2mm である。

【0018】また、積層体110には、図2に示すように、コイルを形成する導体である内部電極114が埋設されている。内部電極114が形成するコイルは、コイルの軸方向、すなわちコイル内部における磁束の形成方向が積層体110の積層方向(図2における紙面の上下方向)となっている。内部電極114が形成するコイル

の一端側は積層体110の一方の端面に引き出され、他端側は積層体110の他方の端面に引き出されている。積層体110の端面に引き出されている内部電極114は、前記外部電極120に接続している。内部電極114及び外部電極120は、それぞれAg又はAgを主成分とする金属材料からなる。

【0019】積層体110のさらに詳細な構造について図3を参照して説明する。積層体110は、図3に示すように、複数の絶縁性を有するフェライトシートを積層した構造を有する。すなわち、積層体110は、高透磁率を有する多数の第1フェライトシート115と、第1フェライトシート115よりも透磁率の低い多数の第2フェライトシート116と、非磁性の数枚(図では1枚)の第3フェライトシート117とを一体に積層している。この第1フェライトシート115により前記第1強磁性体層111が形成され、第2フェライトシート116により前記第2強磁性体層112が形成され、第3フェライトシート117により前記非磁性体層113が形成される。

【0020】第1フェライトシート115及び第2フェライトシート116には、積層体110の外層側の数枚(図では上層側の3枚及び下層側の2枚)を除き、所定パターンの内部電極114が形成されている。また、第3フェライトシート117にも内部電極114が形成されている。各シートに形成された内部電極114の端部は、積層体110全体で1つのコイルを形成するように、ビアホール(図示省略)を介して隣り合うシートの内部電極114と接続している。また、コイルの巻き始め又は巻き終わりに相当する内部電極114の端部は、シートの縁部に形成された引出部114aと接続している。

【0021】第3フェライトシート117は、積層体110の内層に配置されている。具体的には、第3フェライトシート117は、複数枚の第1フェライトシート115と、複数枚の第2フェライトシート116との間に配置されている。これにより、第1フェライトシート115が形成する第1強磁性体層111と第2フェライトシート116が形成する第2強磁性体層112との間における磁界の結合を抑えている。この結果、図の実線矢印に示すように、第1強磁性体層111と第2強磁性体層112とではそれぞれ異なる強度の磁界が形成される。従って、第3フェライトシート117により積層方向に分割された積層体110の各領域においては、すなわち、前記第1強磁性体層111及び第2強磁性体層112においては、該領域におけるインダクタ素子が異なる大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じさせる。

【0022】次に、この積層インダクタ100の製造方法について説明する。なお、ここでは多数の積層インダクタ100をまとめて製造する場合について説明する。

【0023】まず、第1フェライトシート、第2フェラ

イトシート及び第3フェライトシートを作成する。具体的には、 FeO_2 、 CuO 、 ZnO 、 NiO からなる仮焼粉碎後のフェライト微粉末に、エチルセルロース、テルピネオールを加え、これを混練してフェライトペーストを得る。このフェライトペーストをドクターブレード法等を用いてシート化して第1フェライトシートを得る。第2フェライトシートは、前記第1フェライトシートと同材料について混合比を変更して用いることにより、第1フェライトシートよりも透磁率が低くなるように作成する。第2フェライトシートの作成方法は、第1フェライトシートと同様である。さらに、 FeO_2 、 CuO 、 ZnO を主材料とするフェライト微粉末を原料として、同様に非磁性の第3フェライトシートを作成する。

【0024】次に、これら第1～第3フェライトシートに金型による打ち抜きやレーザ加工などの手段を用いてビアホールを形成する。次いで、第1～第3フェライトシートに導電性ペーストを所定パターンで印刷する。ここで、導電性ペーストとしては、例えばAgを主成分とした金属ペーストを用いる。

【0025】次に、これら第1～第3フェライトシートを、シート間の導電性ペーストが互いにビアホールで接続されるように積層圧着してシート積層体を得る。ここで、第1～第3フェライトシートは、図3を参照して前述したように所定の順序で積層する。

【0026】次に、シート積層体を単位寸法となるように切断して積層体110を得る。次いで、この切断された積層体を空気中にて約500℃で1時間加熱してバインド成分を除去する。さらにこの積層体を空気中にて約800～900℃で2時間焼成する。

【0027】次いで、この積層体110の両端部にディップ法などを用いて導電性ペーストを塗布する。さらに積層体110を空気中にて約600℃で1時間焼成することにより、外部電極120を形成する。ここで、導電性ペーストとしては、内部電極形成用のものと同じ組成のものを用いた。最後に、外部電極120にメッキ処理を施し積層インダクタ100が得られる。

【0028】このような積層インダクタ100では、積層体110の内層に、第3フェライトシート117により形成された非磁性体層113が形成されている。これにより、積層体110内には、該非磁性体層113により分割された領域である第1強磁性体層111及び第2強磁性体層112においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタ100では、積層体内全体で1つの大きな磁界が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタ100では、第1強磁性体層111及び第2強磁性体層112間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において異なる強度の磁界が形成される。これにより、各領域におけるインダクタンス素子は異なる直流重畳特性を有するこ

とになる。

【0029】本実施の形態に係る積層インダクタ100の直流重畳特性について図4のグラフを参照して説明する。図4は、第1の実施の形態に係る積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフであり、横軸に重畳直流電流、縦軸にインダクタンスをとっている。また、図4では、実線は本実施の形態に係る積層インダクタ100の直流重畳特性であり、点線は第1強磁性体層111におけるインダクタンス素子の直流重畳特性であり、一点鎖線は第2強磁性体層112におけるインダクタンス素子の直流重畳特性である。

【0030】図4から分かるように、本実施の形態に係る積層インダクタ100では、重畳直流電流が十分に小さい範囲では高いインダクタンス値を有している。このインダクタンス値は、第1強磁性体層111におけるインダクタンス素子の値と、第2強磁性体層112におけるインダクタンス素子の値の和である。重畳直流電流を徐々に大きくしていくと、第1強磁性体層111におけるインダクタンス素子が磁気飽和を起こしてインダクタンス値が急激に下がる。しかし、第2強磁性体層112におけるインダクタンス素子は磁気飽和を起こしていないため、積層インダクタ100のインダクタンス値は主として第2強磁性体層112におけるインダクタンス素子の値となる。さらに重畳直流電流を大きくしていくと、第2強磁性体層112におけるインダクタンス素子も磁気飽和を起こして、積層インダクタ100のインダクタンス値は急激に低下する。

【0031】このように、本実施の形態に係る積層インダクタ100は、従来の積層インダクタとは異なる直流重畳特性を有する。すなわち、重畳直流電流の大きさに応じて2つのインダクタンス値を有するものとなる。具体的には、重畳直流電流が小さいときにはインダクタンス値が大きく、重畳直流電流が大きいときにはインダクタンス値が小さくなるという特性を有する。従って、例えば前述したような省電力モードを有する小型機器のスイッチング電源回路におけるチョークコイルのような用途に好適なものとなる。なお、非磁性体層113により分割された各領域における磁界強度が従来のものと比較して小さくなるため、積層インダクタ100のインダクタンス値は小さなものとなる。しかしながら、積層体の分割数や内部電極の形成パターン等を調整することにより所望のインダクタンスを有するとともに、必要電流値まで任意の直流重畳特性を有する積層インダクタを得ることができる。

【0032】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施の形態について図5及び図6を参照して説明する。図5は第2の実施の形態に係る積層インダクタの断面図、図6は第2の実施の形態に係る積層体の分解斜視図である。なお、図5と図6とでは、説明の便宜上コイルの巻回数等が異なっている。

【0033】本実施の形態に係る積層インダクタ200が、第1の実施の形態に係る積層インダクタ100と相違する点は、積層体210の積層構造にある。他の構成については第1の実施の形態と同様なので、ここでは相違点のみ説明する。

【0034】この積層インダクタ200の積層体210は、図5に示すように、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり高透磁率を有する第1強磁性体層211と、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり前記第1強磁性体層211よりも小さい透磁率を有する強磁性体層212と、Zn-Cu系のフェライト材料からなる非磁性（透磁率 $\mu=1$ ）の非磁性体層213を積層した構造となっている。ここで第1の実施の形態と相違する点は、非磁性体層213は、積層体210の内層に形成されているとともに外層側にも形成されている点にある。

【0035】すなわち積層体210は、図6に示すように、高透磁率を有する第1フェライトシート215と、第1フェライトシート215よりも透磁率の低い第2フェライトシート216と、非磁性の第3フェライトシート217を一体に積層した構造となっている。これにより、第1フェライトシート215が前記第1強磁性体層211を形成し、第2フェライトシート216が第2強磁性体層212を形成し、第3フェライトシート217が非磁性体層213を形成する。ここで、積層体210の外側の数枚（図では上層側の3枚及び下層側の2枚）は、低透磁率の第3フェライトシート217である。

【0036】このような積層インダクタ200は、第3フェライトシート217により形成された非磁性体層213を積層体210の外層に有しているので、第1強磁性体層211及び第2強磁性体層212に生じる磁束が積層インダクタ100の外側に漏れにくくなる。これにより、確実に任意の直流重畳特性を有する積層インダクタ210を得ることができる。他の作用及び効果並びに製造方法については第1の実施の形態と同様である。

【0037】なお、第1及び第2の実施の形態では、積層体の内層に形成する非強磁性体層を非磁性（ $\mu=1$ ）のものとしたが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、強磁性体層間の磁束の結合を抑える程度に透磁率の低い磁性体により構成してもよい。例えば、強磁性体層と同系のフェライト材料からなる低透磁率の磁性体を用いてもよい。この場合には、低透磁率の磁性体は、最も透磁率の低い強磁性体層の1/3以下の透磁率を有するのが好ましい。透磁率が1/3以下であれば、巻回数が2倍以上の差になったときに磁界強度の差が10倍以上になるので、ここで他の磁界との結合を抑えることができるからである。

【0038】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層体の内層に1つの非強磁性体層を形成したが、すなわち、1枚の第3フェライトシートを内層に積層するこ

とにより積層体内の強磁性体領域を2分割したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、積層体の内層に2以上の非強磁性体層を形成し、換言すれば、2枚以上の第3フェライトシートを内層に積層することにより積層体内の強磁性体領域を3つ以上に分割してもよい。この場合には、さらに複雑な特性曲線となる直流重畳特性の積層インダクタを得ることができる。

【0039】さらに、第1及び第2の実施の形態では、非磁性体層により分割された第1強磁性体層及び第2強磁性体層を、それぞれ同じ枚数の第1フェライトシート及び第2フェライトシートにより構成するとともに両者の透磁率を異なるものとするにより、前記両磁性体層におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流で磁気飽和を生じさせるようにしたが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、透磁率の同じ第1及び第2フェライトシートをそれぞれ異なる枚数積層することにより、非磁性体層により分割された各領域におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流で磁気飽和を生じさせるようにしてもよい。さらに、ヒステリシス曲線の異なる磁性体を用いたりコイルの巻回数を調整することにより、各領域におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流で磁気飽和を生じさせるようにしてもよい。

【0040】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層インダクタの一例としてコイルを1つ有するものを示したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、コイルを複数有する積層インダクタアレイ、積層トランス、積層コモンモードチョークコイルなどであってもよい。さらに、積層体内にインダクタ以外の他の素子（例えばコンデンサ）を有する積層LC複合部品、積層フィルタなどであってもよい。

【0041】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層体をシート積層法により形成したが印刷法により形成してもよい。

【0042】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層インダクタの有用な用途として電源回路におけるチョークコイルを例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。他の電子回路（例えば信号系の回路）であっても本発明に係る積層インダクタは有用である。

【0043】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、積層体の内層には低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる第2絶縁体が少なくとも1つ以上積層されているので、積層体内には、前記第2絶縁体に分割された領域においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタでは、積層体内全体で1つの大きな閉磁路が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタでは、前記各分割領域間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において小さな閉磁路が形成される。

【0044】ここで、各領域におけるインダクタンス素子が異なる重畳直流電流値により磁気飽和を生じさせるので、積層インダクタに流す重畳直流電流を徐々に大きくしていくと、段階的にインダクタンス値が低下していく。従って、第2絶縁体による分割数や、第2絶縁体により分割された領域における第1絶縁体の透磁率等の組成、枚数、厚さ、コイルの巻回数などを適宜調整することで、任意の直流重畳特性を有する積層インダクタを容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る積層インダクタの外観斜視図

【図2】第1の実施の形態に係る積層インダクタの図1におけるA-A'線矢視方向断面図

【図3】第1の実施の形態に係る積層体の分解斜視図

【図4】第1の実施の形態に係る積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフ

【図5】第2の実施の形態に係る積層インダクタの断面図

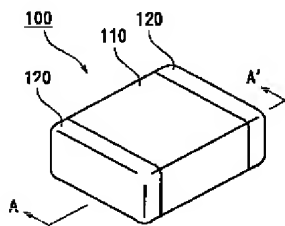
【図6】第2の実施の形態に係る積層体の分解斜視図

【図7】従来の積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフ

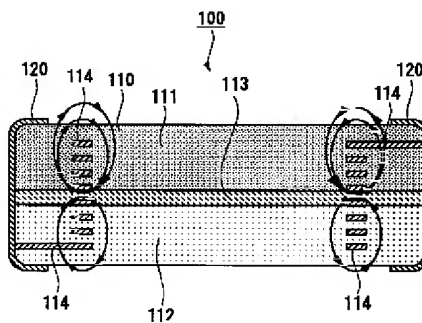
【符号の説明】

100、200…積層インダクタ、110、210…積層体、111、211…第1強磁性体層、112、212…第2強磁性体層、113、213…非磁性体層、114、214…内部電極、115、215…第1フェライトシート、116、216…第2フェライトシート、117、217…第3フェライトシート、120、220…外部電極

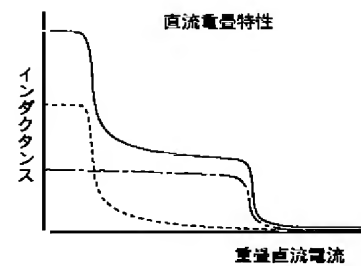
【図1】



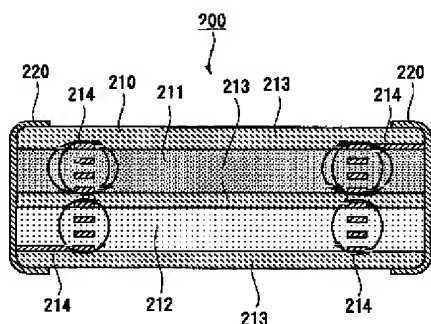
【図2】



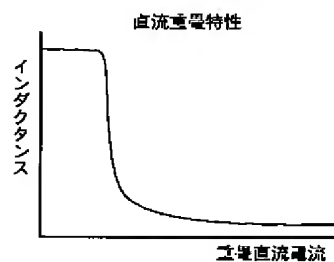
【図4】



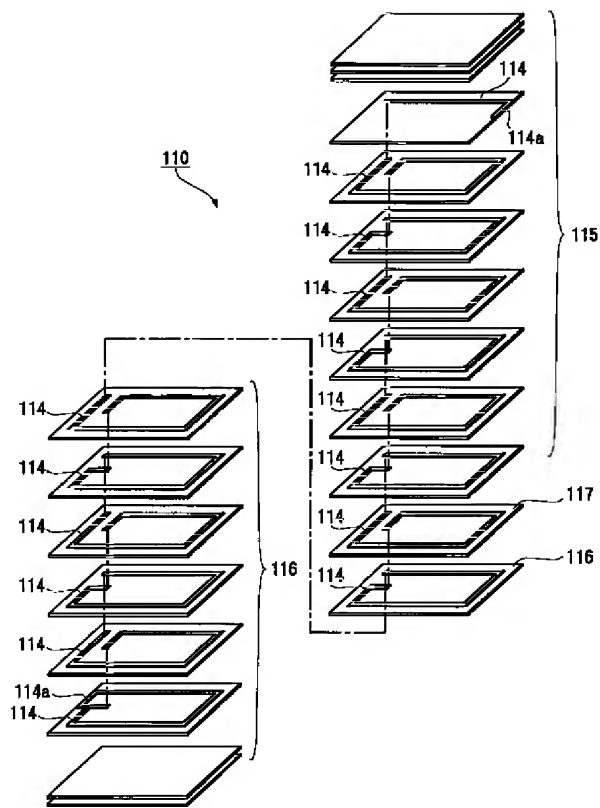
【図5】



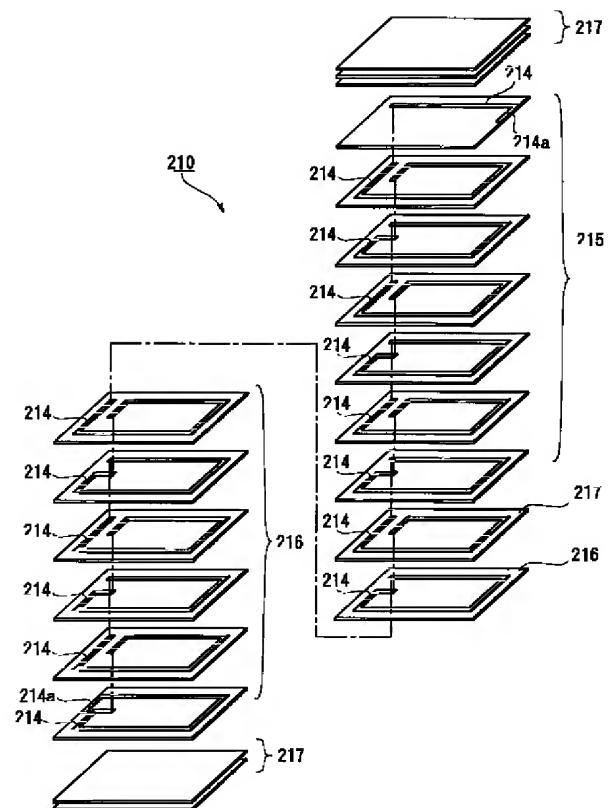
【図7】



【図3】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 星 健一
東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘
電株式会社内

Fターム(参考) 5E070 AA01 AB03 AB10 BA12 CB03
CB13 CB17 CB20 EA01 EB03